

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl<sup>6</sup>

G06F 19/00



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 95192810.4

[43]公开日 1997年7月2日

[11] 公开号 CN 1153563A

[22]申请日 95.4.21

[30]优先权

[32]94.4.28 [33]US[31]08 / 234,344

[86]国际申请 PCT / US95 / 04919 95.4.21

[87]国际公布 WO95 / 30200 英 95.11.9

[85]进入国家阶段日期 96.10.28

[71]申请人 文鲁奈克斯技术公司

地址 美国加利福尼亚州

[72]发明人 丹·吉金尼斯

[74]专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

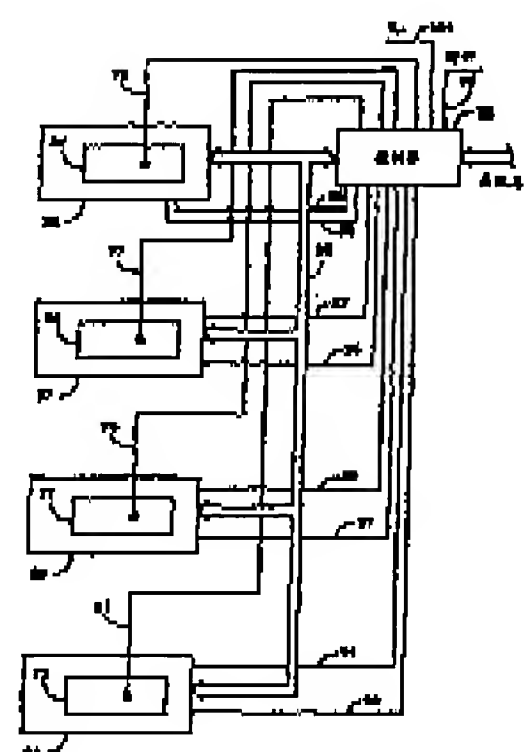
代理人 程 伟

权利要求书 5 页 说明书 9 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 集成电路的温度管理

[57]摘要

用于控制集成电路(55)中的温度建立的系统采用温度传感器(67)以向控制电路(65)提供集成电路温度(75)指示,该控制电路的构成是为了基于集成电路或者其组件的温度(75)而向集成电路(55)提供低于系统时钟速率(83)的操作时钟速率(85)。在一个实施例中,温度传感器(67, 69, 71, 73)作为诸如微处理器这种单一集成电路的不同功能区域中的固态电路而实现。在其它实施例中,操作电压(93)随操作频率(85)降低而降低。在另一实施例中,向控制器(65)或多个控制器提供系统中的多个处理器(55, 57, 59, 61)的温度检测,控制器在处理器之间分配工作负载,以便限制温度上升,降低操作时钟速率(85, 87, 89, 91),和降低操作电压(93, 95, 97, 99)。



(BJ)第 1456 号

## 本发明的技术方案

在本发明的一个实施例中，在具有不同功能区域的一个集成电路中，提供了用于至少在一个功能区域中控制功率消散的系统，它包括与所控制的功能区域接触的温度传感器，以及连接到被控制的功能区域的  
5 时钟调节电路，该时钟调节电路用于基于系统时钟速率而提供操作时钟速率，以便操作被控制的功能区域。还有连接到温度传感器和时钟调节电路的控制电路，用于驱动时钟调节电路以提供作为由温度传感器所提供的温度指示的函数的操作时钟速率。

在一个较佳实施例中，集成电路是一个微处理器，且多个功能单元  
10 基于系统时钟速率和每一功能区域的温度分别设置有各自的操作时钟速率。在另一个实施例中，相对于计算和逻辑负载、时钟速率、及操作电压，基于来自装设到包含该微处理器的集成电路组件的温度传感器的温度指示而管理一个计算机系统中的多个微处理器。

## 附图的简要说明

15 图 1 是一个微处理器的简化框图；

图 2 是根据本发明的一个实施例的微处理器的框图；

图 3 是表示本发明的另一个实施例的框图；

图 4 是表示对于多处理器提供任务管理的一个实施例的框图；

图 5 是表示提供功率管理和时钟速率管理以及任务管理的另一实施  
20 例的框图；以及

图 6 是本发明的一个实施例中应用的控制程序的逻辑流程图。

## 本发明的最佳实施例

图 2 是根据本发明的一个实施例的微处理器 11 的框图。微处理器 11 包括设置在一个单一集成电路芯片 12 上的一个地址单元 (AU) 13, 一个执行单元 (EU) 15, 一个总线通信单元 (BU) 17, 及一个指令单元 (IU) 19。地址总线 21, 数据总线 23, 及控制总线 25 将该四个功能单元相互连接。还有将微处理器连接到诸如外部地址总线 22 和外部数据总线 24 的其它部件 (未示出) 的外部总线连接。还示出作为典型外部连接的时钟, 复位, 及电源连接, 虽然所示的连接并不是对微处理器可作的全部连接。

10 在许多微处理器系统的操作中有共性。例如, 一个微处理器一般要读一条指令, 执行一个操作并然后读下一条指令。总线系统根据需求要在芯片上和芯片外的专用功能单元之间分配工作负载。时钟速率提供给微处理器的所有区域上的功能电路。

在本发明的各个实施例中, 在微处理器集成电路上不同功能单元所在的各个区域中设置了温度传感电路, 并且根据不同功能单元的位置, 15 对被探测的区域的时钟速率进行控制, 以管理在每一被探测的区域中产生热的速率。

在图 2 的微处理器中, 所示四个功能单元的每一个具有一个温度传感电路。温度传感电路 14 用于地址单元 13, 温度传感电路 16 用于执行单元 15, 温度传感电路 18 用于总线通信单元 17, 而温度传感电路 21 20 用于指令单元 19。

有多种方法通过设计到微处理器功能区域之中的固态电路而对温度进行间接探测。例如, 可将电路装入功能单元区域以响应根据电路元件的温度的检测信号。温度影响材料的物理和电特性。作为一个简单例

可提供很多方式对单一集成电路上的不同功能单元的温度管理进行控制。在图 2 的实施例中，用于控制的逻辑设置在每一功能单元处的时钟控制电路中，并且简单的控制程序在每一单元连续地循环（在微处理器通电并激活时）以根据一个或多个预编程阈值温度指示而调节时钟速率。

在其他实施例中，控制逻辑可以在单独的芯片区域上（图 2 中未示出），而控制信号或者供给每一功能单元处的时钟控制电路，或者与每一功能单元分开实现。即，可以有唯一的一个功能单元响应来自每一功能单元传感器电路的温度相关信号，以不同于其它功能单元频率的频率提供单独的时钟信号。

在另一个实施例中，逻辑和/或时钟控制电路可以在芯片外的单独的控制器中实现。

图 3 是表示本发明的另一实施例的框图，其中，温度传感器 35 安装在集成电路组件 37 的外表面，例如可以是罩在微处理器上。温度指示通过线路 39 传送到逻辑控制部件 41，其中，使用线路 39 上的温度指示为参照的控制程序在控制线路 43 上向时钟控制电路 45 输出控制信号。时钟控制电路 45 变换在线路 47 输入的系统时钟信号为线路 49 上较低的频率给集成电路组件 37。

控制程序可按性质和范围广泛地变化，而温度阈值或者在其采取行动降低时钟速率的阈值可以是可编程的。在一个模式中，阈值被设定在某一低于性能发生劣化的温度之下的温度上，使得在临界温度到达之前的微小时钟速率降低即能够限制温度增加。

在控制程序中可以有多个阈值，每个阈值的时钟可以大大地降低。例如，一个示例性的控制程序可以在第一温度处降低时钟速率 10 %，

然后温度每增加规定的 $\Delta T$ 再降低 10%。例如如果在第一阈值处,  $\Delta T$  为 10 °C, 则控制程序将对芯片降低时钟速率 10%, 然后温度每升高 10 °C 再降低 10 %。10 %可以是原始时钟速率, 或者实时速率的时钟速率。当然, 在温度下降时, 对于每 10 °C 温度的降低, 同一控制程序将对芯  
5 片增加时钟速率, 直到时钟速率重新为线路 47 上的系统速率的 100 % 为止。

在本发明的另一方面, 控制器 47 用于控制对芯片的功率以及时钟速率。这种情形下, 参见图 3, 集成电路电路的系统电压  $V_{CC}$  输入到控制器 45, 而控制器 45 以系统电压或者降低的电压在线路 53 向集成电路  
10 组件 37 提供功率。当时钟速率变慢时, 电压也降低, 结果是节省了功率。本发明的这一特性可降低时钟速率, 进而将阈值电压也降至安全电压范围内。

图 4 是表示以总线 63 相连接的四个微处理器组件 55, 57, 59, 和 61 的框图, 其中, 一个控制器芯片 (或者芯片组) 65 可控制对该四  
15 个芯片的访问。在该多处理器系统中, 由系统 CPU 启动的很多过程可由四个并行处理器的任何一个进行。这个例子中的处理器个数是任意的。可以是两个, 或者多于所示的四个。

每一微处理器组件具有一个温度传感器, 其以某种形式安装以便检测各个微处理器组件的温度。这种情形下, 温度传感器 67 装设在组件  
20 55 上, 传感器 69 在组件 57 上, 传感器 71 在组件 59, 传感器 73 在组件 61 上。每一传感器分别向控制器 65 报告, 提供一输入, 由此控制器可从一个微处理器组件向另一个微处理器组件移动计算的或者逻辑的负载, 从而提供负载管理以限制温度升高。

在又一个实施例中, 如图 5 所示, 控制器 65 还可向多个处理器控  
25 制时钟速率。在这一实施例中, 控制器 65 不仅基于温度管理每一处理

器的计算和逻辑负载，而且管理每一处理器的控制时钟速率。在线路 83 上向控制器 65 提供系统时钟速率，而控制器 65 基于由每一处理器的传感器所指示温度通过线路 85，87，89，和 91 向多处理器的每一个提供系统速率或者降低的速率。

- 5        在另一个实施例中，来自线路 101 上的系统输入电压输入控制器 65，然后控制器 605 对通过线路 93，95，97，和 99 加至每一处理器的操作电压进行控制。如上所述图 3 的实施例，有基于负载和操作温度控制电压的数种方法。一般而言，对于较低的时钟速率，电压可被降低，从而节省功率的使用，进而，温度可以增加，其限度是只要操作电
- 10      压保持在可允许的范围之内就不会有问题。

电压控制可按不同的方式类似地完成。例如，可向控制器 65 提供电平的选择，这时控制器可根据与温度信息相关的控制电路判定而切换电平。控制器 65 还可操作另一用于电压管理的电路，该电路转而根据控制程序的判定而将降低的电压供给不同处理器。

- 15        实现本发明不同实施例所需的控制程序可按各种方式存储且可按各种方式执行。例如，根据本发明各个实施例用于加载和时钟管理的控制程序可以是系统 BIOS 的一部分，并可由系统 CPU 微处理器执行。在多处理器系统的情形下，多处理器的任何之一可被指定为用于温度和加载管理操作单元。

- 20        图 6 为可用于在一个区域（功能单元）或者整个集成电路中控制温度建立的一般控制程序的流程图，它与温度传感器如何配置及时钟电路如何设置有关。首先需要的是一个作为阈值温度的可编程的变量  $T_{TH}$ ，低于该温度将不会发生时钟速率（clk）降低。其次，需要一种关系来定义对被作用的部件或区域的 clk 降低与系统时钟速率（ $clk_{SYS}$ ）的关系
- 25      （函数），这种情形下由  $clk = f(clk_{SYS}, T - T_{TH})$  表示。



在图 6 的步骤 103，用户或者程序员设置  $T_{TH}$ 。在一些实施例中，这一数值由程序计算，而在另一些实施例中它可以是可由用户访问的变量以便被设置。在步骤 105，对一区域或者部件测量温度  $T$ 。在步骤 107，判定  $T$  是否等于或者大于  $T_{TH}$ 。如果温度低于  $T_{TH}$ ，则控制返回步骤 105。如果  $T$  等于  $T_{TH}$  或者高于  $T_{TH}$ ，则控制进到步骤 109，在此判定  $T - T_{TH}$  的大小。在步骤 111，设置  $clk$  作为系统时钟速率  $clk_{sys}$  与  $T$  和  $T_{TH}$  之差的数值的函数。然后控制再次返回步骤 105。

就本领域内一般技术人员而言，很明显，根据温度来设定  $clk$  的方式可以有很多变化。而且如上所述，在  $clk$  降低时可降低操作电压以便在温度管理和功率使用提供益处。

对于本领域内的一般技术人员而言，在不背离本发明的精神和范围之下可以作出许多变化。以上说明了几个可选择的方式。例如，可设置多个温度传感器以便检测单一集成电路上的不同功能区域的温度。另外，可基于可能安装在现有的集成电路上的单一温度传感器的输出对整个集成电路控制时钟速率。这一实施例对于现有的电路和 PC 板卡的应用是很有用的。

类似地，有很多算法可用作作为温度和系统时钟速率的函数而降低时钟速率。还有许多可书写实现本发明的目的的控制程序的方法，而例子已经在以上提供。在本发明的精神和范围之内可作出许多其它的变化。

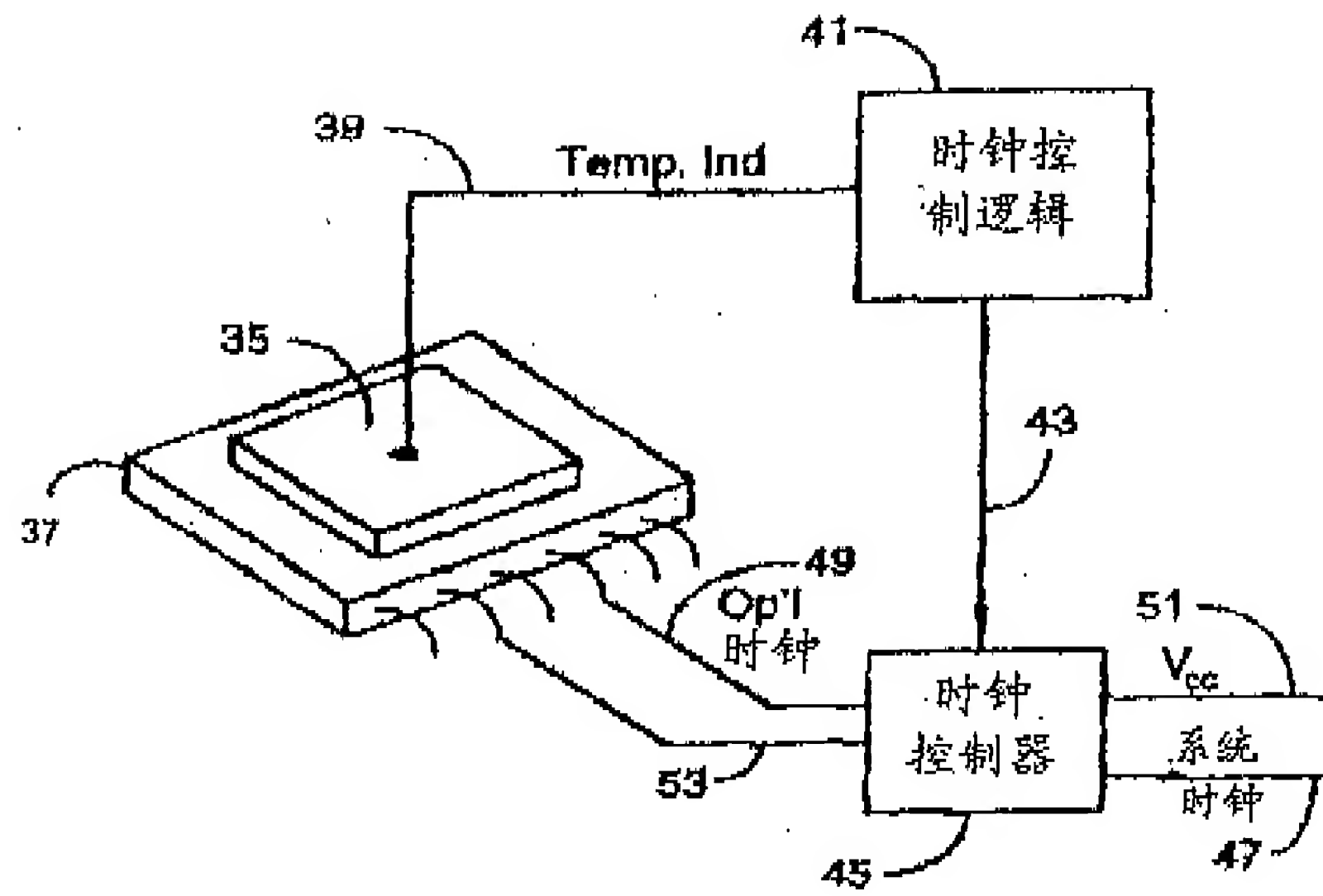


图 3

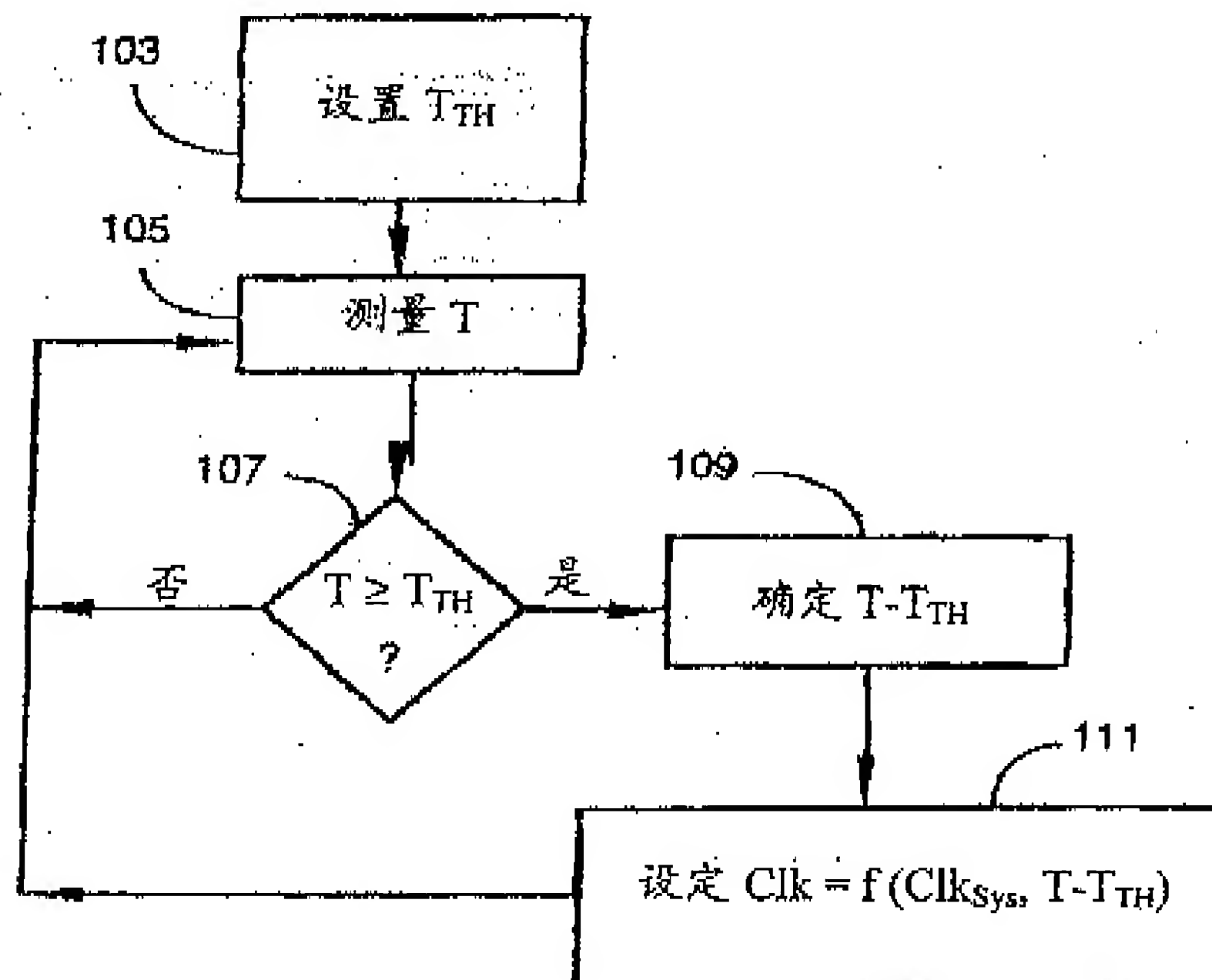


图 6



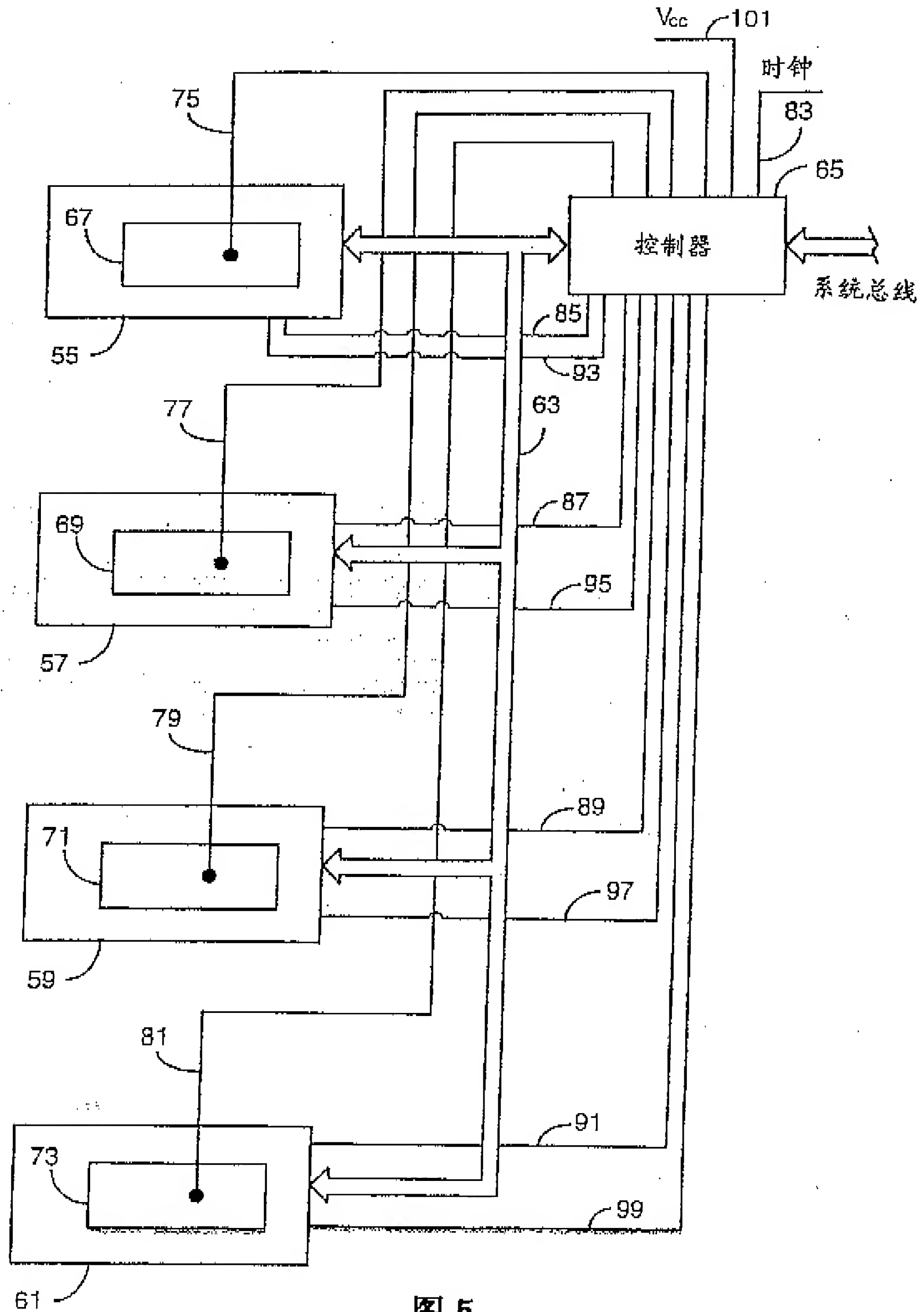


图 5